



74

Packet No.: GR 00 P 1119

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231.

By: 

Date: June 7, 2001

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant : Martin Wahl  
Appl. No. : 09/767,383  
Filed : January 22, 2001  
Title : Circuit Configuration for Controlling the Transmitting Power of a Battery-Operated Transceiver

**CLAIM FOR PRIORITY**

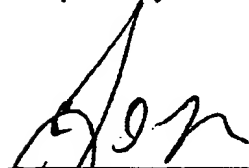
Hon. Commissioner of Patents and Trademarks,  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 100 02 523.4 filed January 21, 2000.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,



GREGORY L. MAYBACK  
REG NO. 40,719

Date: June 7, 2001

Lerner and Greenberg, P.A.  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100  
Fax: (954) 925-1101

/mjb



# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

### Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 100 02 523.4

**Anmeldetag:** 21. Januar 2000

**Anmelder/Inhaber:** Infineon Technologies AG, München/DE

**Bezeichnung:** Schaltungsanordnung zur Regelung der  
Sendeleistung eines batteriebetriebenen  
Funkgeräts

**IPC:** H 04 M, H 04 B, H 03 G

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 13. Februar 2001  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

*Wehner* Wehner

## Beschreibung

Schaltungsanordnung zur Regelung der Sendeleistung eines batteriebetriebenen Funkgeräts

5

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Regelung der Sendeleistung eines batteriebetriebenen Funkgerätes mit einer Batterie zur Bereitstellung einer Versorgungsspannung sowie einer Leistungsstufe zur steuerbaren Verstärkung eines Hochfrequenzsignals.

10

15

Mobile Funkgeräte, insbesondere zellulare digitale Mobiltelefone, werden von einer Batterie mit Spannung versorgt. Je höher die Sendeleistung des Mobiltelefons ist, desto höher ist der aus der Batterie gezogene Strom. Der durch die Batterie fließende Strom verursacht an deren Innenwiderstand einen Spannungsabfall. Bei höherem Strom sinkt dementsprechend die für die zu versorgende Schaltung bereitgestellte Spannung. Diese belastete Spannung ist daher niedriger als die Leerlaufspannung. Wenn die von der Batterie gelieferte Betriebsspannung nicht mehr für einen einwandfreien Betrieb des Mobilfunkgerätes ausreicht, wird das Gerät abgeschaltet.

20

25

Bei Mobiltelefonen kann die das zur Abstrahlung dienende Sendesignal erzeugende Leistungsstufe direkt, d.h. ohne Pufferung, zusammen mit weiteren Schaltungseinheiten des Mobiltelefons an die Batterie angeschlossen sein. Die weiteren Verbraucher können digitale Schaltungen wie Microcontroller, digitale Signalprozessoren, Referenztaktgeneratoren etc. sein. Aufgrund der digitalen Systemsteuerung wird die Abschaltung infolge nicht ausreichender Versorgungsspannung durch diese letztgenannten Verbraucher bestimmt. Der aufgrund höherer Sendeleistung zusätzlich verbrauchte Strom und der dadurch am Innenwiderstand der Batterie zusätzlich erzeugte Spannungsabfall bewirkt ein früheres Abschalten des Gerätes. Die Nominalleistung des Mobiltelefons wird während der Fertigung individuell abgeglichen.

30

35

Problematisch ist, daß gerade bei hoher Sendeleistung die Batterie schnell entladen wird und ein Telefongespräch durch die automatische Abschaltsteuerung abrupt beendet werden

5 kann, ohne daß die Bedienperson ausreichend schnell darauf reagieren könnte. Der Bedienungskomfort und die Einsatzmöglichkeiten solcher Mobiltelefone werden dadurch eingeschränkt.

10 Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Schaltungsanordnung zur Regelung der Sendeleistung eines batteriebetriebenen Funkgerätes anzugeben, so daß die Betriebszeit länger ist.

15 Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe durch eine Schaltungsanordnung zur Regelung der Sendeleistung eines batteriebetriebenen Funkgeräts, die umfaßt: eine Batterie zur Bereitstellung einer Versorgungsspannung; eine Leistungsstufe zur steuerbaren Verstärkung eines Hochfrequenzsignals; eine Vergleichseinrichtung, der eingangsseitig ein an die Versorgungsspannung gekoppeltes Signal zuführbar ist sowie ein Referenzsignal und durch die ausgangsseitig ein Differenzsignal erzeugbar ist, und eine Steuerungseinrichtung zur Steuerung der Verstärkung der Leistungsstufe in Abhängigkeit vom Differenzsignal.

25 Bei einer Schaltungsanordnung gemäß der Erfindung wird abhängig von der Batteriespannung die Sendeleistung des Funkgerätes reduziert. Hierzu wird der Sollwert der Leistungsregelung in Abhängigkeit von der Batteriespannung erniedrigt. Wenn bei  
30 einem Mobilfunkgerät mit einer solchen Schaltungsanordnung am Ende der Batterieladung ein Telefongespräch geführt wird, verlängert sich die Verfügbarkeit der Batterie aufgrund zweier Effekte: einerseits durch die verringerte Leistungsaufnahme, so daß weniger Strom aus der Batterie gezogen wird und  
35 dadurch ausreichend Batterieladung bei gegebener Kapazität länger zur Verfügung steht; und andererseits durch den ver-

ringerten Spannungsabfall am Innenwiderstand der Batterie aufgrund des geringeren Laststroms, so daß die Abschaltung des Gerätes verzögert wird.

5 Bei der erfindungsgemäßen Schaltung wird die Leistungsverring-  
derung mittels analoger Schaltungsmaßnahmen erreicht. Es sind  
nur relativ wenige zusätzliche Komponenten erforderlich, die  
preisgünstig in einen der integrierten Schaltkreise des Funk-  
gerätes aufgenommen werden können. Digitaler Rechenaufwand  
10 ist nicht erforderlich, so daß die übrige digitale System-  
steuerung der Schaltung nicht mit zusätzlichem Rechenaufwand  
beeinflußt wird. Die Leistungsregelung arbeitet kontinuier-  
lich, so daß die Leistungsverringerung dafür sorgt, daß das  
Gerät möglichst lange und mit möglichst großer Leistung in  
15 Betrieb bleiben kann. Die Dauer eines gerade geführten Tele-  
fongesprächs bei geringer Batterieladung wird daher so weit  
wie möglich verlängert.

In Ausgestaltung der Erfindung wird ein Signal, das von einem  
20 an die Batteriespannung angeschlossenen Spannungsteiler er-  
zeugt wird, mit einem Referenzsignal verglichen und ein Dif-  
ferenzsignal erzeugt. In Abhängigkeit von diesem Differenzsi-  
gnal wird die Leistung der Leistungsendstufe gesteuert. Das  
Differenzsignal wird von einem vorgegebenen konstanten Soll-  
25 wert subtrahiert. Dieser nachgeführte Sollwert wiederum wird  
mit einem die Sendeleistung repräsentierenden Signal vergli-  
chen, so daß das erhaltene Differenzsignal direkt die Trei-  
berstufen der Endstufe steuert. Die Sendeleistung läßt sich  
beispielsweise mittels eines herkömmlichen Richtkopplers und  
30 einer Detektordiode ermitteln. Die Nachführung des Sollwerts  
für die Sendeleistung wird erst dann aktiviert, wenn die ab-  
gegebene belastete Batteriespannung unter dem eingangs ge-  
nannten Schwellwert liegt. Ein bevorzugtes Anwendungsgebiet  
der Erfindung liegt auf dem Gebiet von Mobiltelefonen, die  
35 für heutige und zukünftige zellulare, digitale Mobiltelefon-  
netze entworfen werden.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der in der Zeichnung dargestellten Figuren an einem Ausführungsbeispiel erläutert. Entsprechende Elemente sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. Es zeigen:

5

Figur 1 eine Schaltungsanordnung gemäß der Erfindung

Figur 2 die Kennlinie eines Vergleichers, der Schaltung aus Figur 1 und

Figur 3 ein Prinzipschaltbild der Batterie eines Mobilfunkgerätes mit angeschlossenen Lasten.

10

Die Schaltung in Figur 1 zeigt eine Batterie 10, die drei Batteriezellen 11a, 11b und 11c umfaßt, die in Reihe geschaltet sind. Von den drei Batteriezellen 11a, ..., 11c wird die Spannung  $V$  eingeprägt. Bei zunehmender Entladung der Batterie sinkt die Spannung  $V$  ab. Innerhalb der Batterie sind die Batteriezellen 11a, 11b und 11c mit einem Innenwiderstand 13 in Reihe geschaltet. Die Betriebsspannung  $V_B$ , die das Mobilfunkgerät versorgt, liegt an den Anschlüssen 12a und 12b an. In Abhängigkeit von dem aus der Batterie gezogenen Strom  $I$  fällt am Innenwiderstand 13 eine dementsprechend hohe Spannung ab. Die vom Stromverbrauch im Gerät belastete Betriebsspannung  $V_B$  ergibt sich aus der Zellenspannung  $V$  abzüglich dem am Widerstand 13 vom Betriebsstrom  $I$  erzeugten Spannungsabfall. Je höher der Betriebsstrom  $I$  ist, desto niedriger ist bei gleicher Zellenspannung  $V$  die belastete Betriebsspannung  $V_B$ . Außerdem verringert sich mit zunehmender Entladung der Batteriezellen auch die von diesen gelieferte Zellenspannung  $V$ .

15

20

25

Von der Betriebsspannung  $V_B$  werden sämtliche Funktionseinheiten des Mobilfunkgerätes versorgt. Diese Funktionseinheiten umfassen digitale Schaltungsteile 20, beispielsweise Microcontroller, digitale Signalprozessoren, Taktgeneratoren etc. Die von diesen Schaltungen digital aufbereiteten Sprachsignale werden über eine Hochfrequenzendstufe 30 abgestrahlt. Im gezeigten Ausführungsbeispiel besteht die Leistungsendstufe 30 aus drei in Reihe geschalteten Einzelverstärkern. Die Lei-

30

35

- stungsendstufe 30 wird ebenfalls aus der Batteriespannung VB gespeist. Bei höherer Sendeleistung der Endstufe 30 steigt der aus der Batterie gezogene Strom I. Die Versorgungsspannung VB für die digitalen Schaltungsteile 20 sinkt dann. Im
- 5 Microcontroller sind geeignete Schaltungen enthalten, durch welche die Betriebsspannung VB abgefragt wird. Wenn die Betriebsspannung VB unter einen Schwellwert sinkt, wird dies vom Microcontroller festgestellt und ein Abschaltsignal S an
- 10 einem Anschluß 21 erzeugt. Dies hat zur Folge, daß das Mobilfunkgerät abgeschaltet wird, da nicht mehr sichergestellt ist, daß die Funktionseinheiten des Mobilfunkgerätes, insbesondere die digitalen Schaltungsteile, ausreichend zuverlässig arbeiten.
- 15 Um das Abschalten des Mobiltelefons während eines langdauernden Gespräches bei hoher Sendeleistung möglichst lange hinauszögern, wird die in Figur 1 dargestellte Schaltung verwendet. Durch die Schaltung wird der variable Teil der Leistungsaufnahme des Mobiltelefons, nämlich die Sendeleistung
- 20 verringert. Dadurch sinkt der aus der Batterie gezogene Strom I und dementsprechend der Spannungsabfall am Innenwiderstand 13 der Batterie, so daß sich die belastete Betriebsspannung VB erhöht und das Erzeugen des Abschaltsignals S durch die digitalen Schaltungen 20 verzögert wird. Der Standard GSM
- 25 (Global System for Mobile Communication) für digitale zellulare Mobiltelefone ermöglicht eine Reduktion der Sendeleistung unter extremen Bedingungen, beispielsweise bei zur Neige gehender Batterieladung.
- 30 Die in Figur 1 gezeigte Schaltung fragt die für die Versorgung des Mobiltelefons bereitstehende belastete Batteriespannung VB ab und erzeugt, bezogen auf eine Referenzspannung VREF ein Differenzsignal VDIFF. Das Differenzsignal VDIFF dient zur Nachführung einer vorgegebenen Sollleistung PREF.
- 35 Die Sollleistung PREF wird von der Gerätesteuerung entsprechend den Sende- und Empfangsbedingungen vorgegeben. Die Nominalsendeleistung wird üblicherweise bei der Herstellung des

Mobiltelefons individuell für das Gerät programmiert. Die nachgeführte Sollleistung  $PREF'$  dient schließlich zur Leistungssteuerung der steuerbaren Hochfrequenzendstufen 30.

- 5 Die Schaltung in Figur 1 ist im Detail wie folgt aufgebaut. Ein Spannungsteiler 40, 41 ist zwischen die Anschlüsse 12a und 12b der von der Batterie gelieferten Betriebsspannung VB geschaltet. Der Ausgang des Spannungsteilers 40, 41, d.h. der zwischen den Widerständen 40, 41 liegende Schaltungsknoten, ist an den Minus-Eingang eines Komparators 42 angeschlossen. Der Plus-Eingang des Komparators 42 wird von einer festen, von Schwankungen der Betriebsspannung unabhängigen Referenzspannung VREF gespeist. Schaltungen zur Bereitstellung einer Versorgungsspannungsunabhängigen Konstantspannung sind mannig-  
10 fach bekannt. Am Ausgang des Komparators 42 steht das Differenzsignal VDIFF zur Verfügung, welches angibt, um wieviel die Versorgungsspannung VB unterhalb der Referenzspannung VREF liegt. Das Differenzsignal VDIFF wird einem Eingang eines Summierers 43 negiert zugeführt. Am anderen Eingang des Summierers 43 wird das die Sollleistung repräsentierende Signal  $PREF$  eingespeist. Der Ausgang des Summierers 43 liefert das Signal  $PREF'$ , welches die entsprechend dem Absinken der Versorgungsspannung VB unter die Referenzspannung VREF nachgeführte Sollleistung repräsentiert. Das Signal  $PREF'$  wird dem Minus-Eingang eines weiteren Komparators 44 zugeführt. Am Plus-Eingang des Komparators 44 wird ein Signal  $P_{out}$  eingespeist, das ein Maß für die von der Leistungsstufe 30 abgegebene Hochfrequenzgangsleistung ist. Um das Signal  $P_{OUT}$  zu erzeugen, ist ein Kopplungsglied 45 vorgesehen, welches an den Ausgang 31 der letzten Stufe des Leistungsverstärkers 30 gekoppelt ist. Die Hochfrequenzeinkopplung im Kopplungsglied 45 erzeugt an einer Schottky-Diode 46 eine auf Masse bezogene Spannung. Die Schottky-Diode 46 dient dazu, die Hochfrequenzamplitude des Signals zu ermitteln, die an demjenigen  
25 Tor des Kopplungsglieds 45 anliegt, welches die weglauende Welle detektiert. An einem Widerstand 47 sind die Änderungen der Ausgangsleistung meßbar. Der Widerstand 47 ist in die zum  
30  
35



Plus-Eingang des Komparators 44 führende Signalleitung geschaltet. Der Widerstand 47 ist zusätzlich über einen Kondensator 48 nach Masse geschaltet, um eine RC-Tiefpaßfilterung zu bewirken. Das Ausgangssignal des Komparators 44 dient zur Leistungssteuerung der Endstufe 30. Dieser wird eingangsseitig ein Hochfrequenzsignal RFIN zugeführt, das innerhalb der Leistungsstufe 30 verstärkt wird und als Ausgangssignal RFOUT abgegeben wird, um über die Antenne des Mobiltelefons abgestrahlt zu werden.

10

Der Komparator 42, welcher die Batteriespannung VB mit der Referenzspannung VREF vergleicht, hat prinzipiell die in Figur 2 dargestellte Kennlinie. Wenn die belastete Batteriespannung VB oberhalb der Referenzspannung VREF liegt, ist das Ausgangssignal VDIFF des Komparators 42 Null. Dies bedeutet, daß der nachgeführte Sollwert für die Ausgangsleistung PREF' gleich dem vorgegebenen Sollwert PREF ist. Die Leistungsstufe 30 wird bei hoher zur Verfügung stehender Batteriespannung VB entsprechend den erforderlichen Gegebenheiten voll angesteuert. Wenn die zur Verfügung stehende Batteriespannung VB unterhalb der Referenzspannung VREF liegt, ist das vom Komparator 42 ausgangssseitig erzeugte Differenzsignal VDIFF positiv verschieden von Null. Zweckmäßigerweise besteht dann wie in Figur 2 gezeigt zwischen der Betriebsspannung VB und der Differenzspannung VDIFF ein linearer Zusammenhang. Dies bedeutet, daß mit sinkender Batteriespannung VB ( $VB < VREF$ ) die Differenzspannung VDIFF längs einer Gerade zu positiven Werten hin ansteigt. Dies bewirkt, daß der nachgeführte Sollwert für die Ausgangsleistung PREF' gegenüber dem von der Schaltung bereitgestellten Sollwert PREF verringert wird. Dementsprechend wird die Sendeleistung der Endstufe 30 gleichermaßen niedriger eingestellt. Als Folge davon sinkt der aus der Batterie gezogene Strom I, so daß der Vorrat an Batterieladung weniger schnell verbraucht wird. Außerdem sinkt die am Innenwiderstand 13 der Batterie abfallende Spannung, so daß die Betriebsspannung VB ansteigt und das Abschalten des Gerätes durch die digitalen Schaltungen 20 verzögert

35

wird. Auf diese Weise wird das gerade vom Benutzer des Mobil-  
telefons geführte Gespräch verlängert. Je niedriger die Be-  
triebsspannung VB aufgrund der zur Neige gehenden Batterieladung wird, desto niedriger wird die durch die Leistungsend-  
5 stufe 30 abgegebene Sendeleistung eingestellt. Vorteilhafter-  
weise wird dadurch die Gesprächsdauer möglichst lange mit  
möglichst hoher Sendeleistung aufrecht erhalten. Diese Ver-  
längerung wird jedoch mit einer aufgrund geringerer Sendelei-  
stung höheren Bit-Fehlerrate erkauft, was jedoch durch den  
10 erreichten Vorteil mehr als aufgewogen wird. Diese Lösung ist  
mit dem GSM-Standard, der eine Reduktion der Leistung vor-  
sieht, vereinbar.

Die vorgeschlagenen Schaltungsmaßnahmen arbeiten analog und  
15 greifen nicht in die digitale Steuerung des Microcontrollers  
des Mobiltelefons ein. Die geringe Anzahl der zusätzlichen  
Komponenten 40, ..., 43 kann ohne weiteres auf dem die Sende-  
leistung einstellenden integrierten Schaltkreis mit aufgenom-  
men werden. Der zusätzliche Schaltungsaufwand wird daher die  
20 Herstellungskosten des Chipsatzes für Mobiltelefone kaum nen-  
nenswert erhöhen.

## Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Regelung der Sendeleistung eines batteriebetriebenen Funkgeräts, die umfaßt:

- 5 - eine Batterie (10) zur Bereitstellung einer Versorgungsspannung (VB),
- eine Leistungsstufe (30) zur steuerbaren Verstärkung eines Hochfrequenzsignals (RFIN),
- eine Vergleichseinrichtung (42), der eingangsseitig ein an  
10 die Versorgungsspannung (VB) gekoppeltes Signal zuführbar ist sowie ein Referenzsignal (VREF) und durch die ausgangs-  
seitig ein Differenzsignal (VDIFF) erzeugbar ist, und
- eine Steuerungseinrichtung (43, ..., 48) zur Steuerung der  
15 Verstärkung der Leistungsstufe (30) in Abhängigkeit vom  
Differenzsignal (VDIFF).

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h  
ein Verknüpfungsglied (43), durch das eine Differenz des Dif-  
20 ferenzsignals (VDIFF) und eines weiteren Referenzsignals  
(PREF) erzeugbar ist und das ausgangsseitig ein Steuerungssignal erzeugt, welches der Leistungsstufe (30) zuführbar ist zur Steuerung von deren Verstärkung.

- 25 3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h  
einen Spannungsteiler (40, 41), der eingangsseitig zwischen  
Anschlüsse für die Versorgungsspannung (VB) geschaltet ist  
und der ausgangsseitig mit einem Eingang der Vergleichsein-  
30 richtung (42) verbunden ist.

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2 oder 3,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h  
eine Meßeinrichtung (45, ..., 48) zur Messung der Leistung  
35 eines von der Leistungsstufe (30) ausgegebenen Signals  
(RFOUT), eine weitere Vergleichseinrichtung (44), die ein-  
gangsseitig mit einem Ausgang der Meßeinrichtung (45, ...,

48) gekoppelt ist sowie mit einem Ausgang des Verknüpfungsglieds (43) und durch die ausgangsseitig das Steuersignal zur Steuerung der Leistung der Leistungsstufe (30) erzeugbar ist.

- 5 5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
die Meßeinrichtung (45, ..., 48) einen Richtkoppler umfaßt,  
der enthält: ein Kopplungsglied (45), das mit dem Ausgang der  
Leistungsstufe (30) gekoppelt ist, einem an das Kopplungs-  
10 glied (45) angeschlossenen eine Hochfrequenzamplitude detek-  
tierenden Element (46), einen Widerstand (47), der zwischen  
das Kopplungsglied (45) und einem Eingang der weiteren Ver-  
gleichseinrichtung (44) geschaltet ist.
- 15 6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß  
das die Hochfrequenzamplitude detektierende Element eine  
Schottky-Diode (46) ist, die an dem Tor des Kopplungsglieds  
(45), welches die von der Leistungsstufe (30) weglauende  
20 Welle detektiert, angeschlossen ist.
7. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h  
Verwendung in einem nach einem Mobiltelefon, das für den Be-  
25 trieb in einem zellularen Telefonnetz geeignet ist.
8. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h  
eine von der Versorgungsspannung (VB) gespeiste digital ar-  
30 beitende Funktionseinheit (20), durch die in Abhängigkeit von  
der Versorgungsspannung (VB) ein Abschaltsignal (S) erzeugbar  
ist, um das Funkgerät abzuschalten.

## Zusammenfassung

Schaltungsanordnung zur Regelung der Sendeleistung eines batteriebetriebenen Funkgeräts

5

Eine hohe Sendeleistung eines Mobilfunkgeräts erzeugt einen hohen Spannungsabfall am Innenwiderstand (13) der Batterie, was zur Abschaltung des Gerätes führen kann. Daher wird eine Verringerung der Sendeleistung in Abhängigkeit von der Batteriespannung (VB) vorgeschlagen. Hierzu wird die Batteriespannung (VB) mit einer Referenzspannung (VREF) verglichen und dementsprechend das die Sollsendeleistung repräsentierende Signal (PREF) nachgeführt. Die Schaltung läßt sich mit analogen Komponenten in einfacher Weise auf einem IC integrieren.

15

Figur 1

112

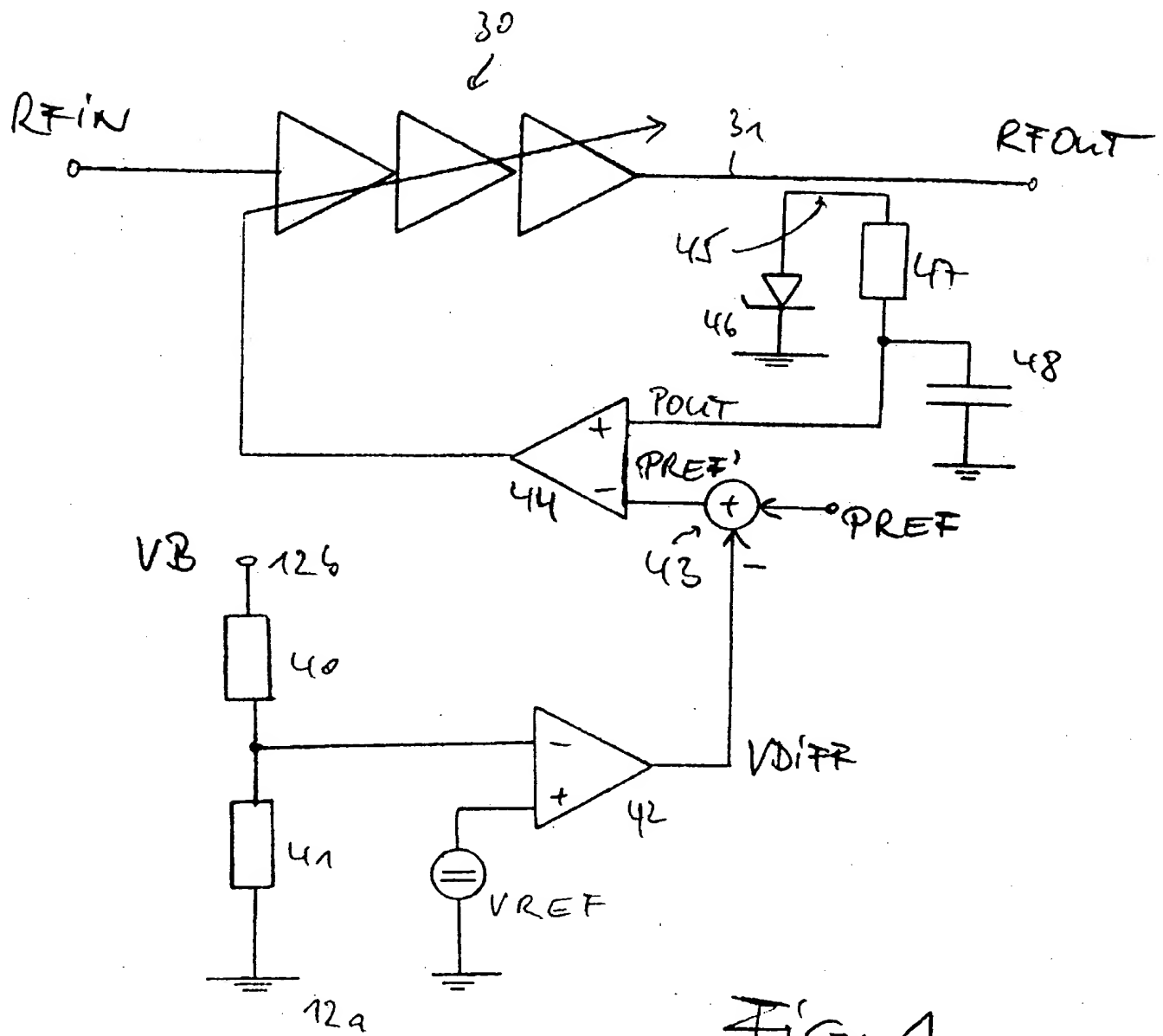


FIG. 1

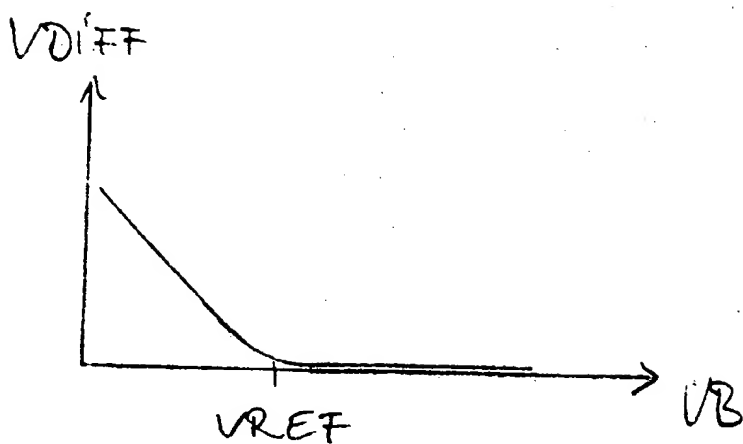


FIG. 2

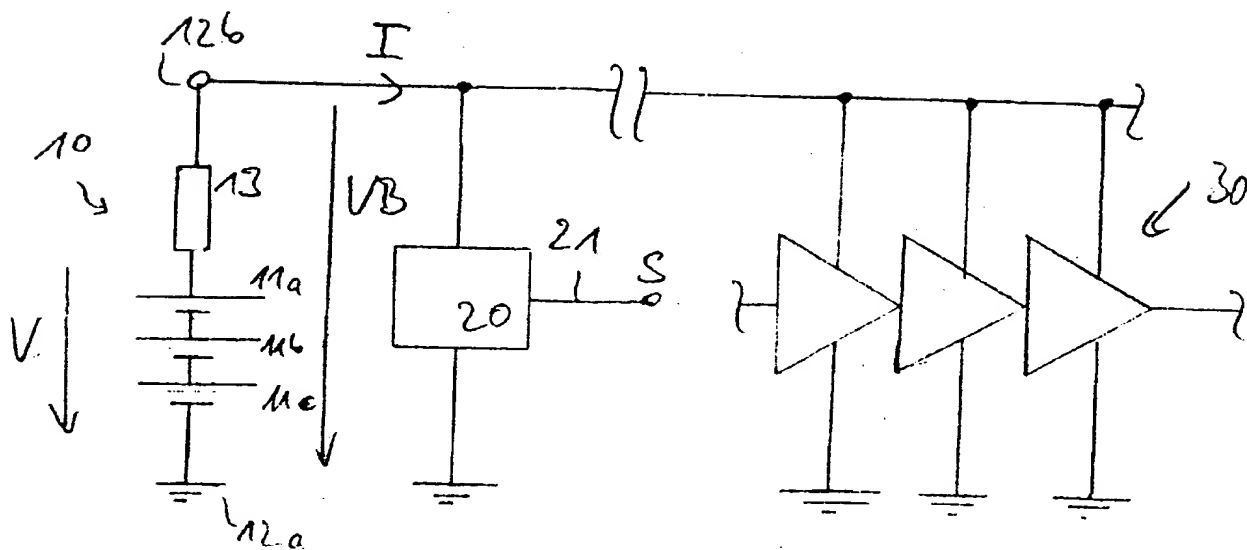


FIG. 3